

Emilia Salminen

LVI-SUUNNITTELIJAN TEHTÄVÄT RAKENTAMISEN AIKANA

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2018

LVI-SUUNNITTELIJAN TEHTÄVÄT RAKENTAMISEN AIKANA

Salminen, Emilia
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
kesäkuu 2018
Sivumäärä: 33
Liitteitä: 5

Asiasanat: LVI, toimintakokeet, vastaanottotarkastus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia lvi-suunnittelijan tehtäviä, velvoitteita ja vastuuta rakentamisen aikana. Työssä keskitytään erityisesti vastaanottotarkastukseen ja toimintakokeisiin. Opinnäytetyö koostuu kirjallisuustutkielmasta, haastattelujen pohjalta tehdystä käytännön tutkimuksesta ja Rejlers Finland Oy:lle tehdystä toimintakokeisiin mukaan otettavasta työkalusta.

Kirjallisuustutkielman lähdeaineistona toimi pääasiassa Rakennustiedon julkaisemat lvi-ohjekortit. Työn teoreettinen osuus painottui rakennusten vastaan- ja käyttöönoton tehtäväluetteloiden ja laadunvalvonnan tutkimiseen.

Käytännön tutkimus toteutettiin haastattelemalla ilmanvaihto- ja rakennusautomaatiourakoitsijaa, sekä lvi-suunnittelijaa. Käytännön tutkimuksen tarkoituksena oli verrata teoriassa ja käytännössä toteutuvaa rakennusten vastaanottoa eri näkökulmista.

Huomattiin, että johdonmukaista, toimintakokeisiin mukaan otettavaa, helposti täytettävää ohjetta toimintakokeiden suorittamiseen ei ollut. Opinnäytetyön käytännön tuloksena oli kaavake, jota käytetään toimintakokeissa Rejlers Finland Oy:n sisällä. Kaavake toimii muistilistana toimintakokeiden aikana ja tarkastuksen dokumenttina niiden jälkeen.

HVAC DESIGNERS TASKS DURING CONSTRUCTION

Salminen, Emilia

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

June 2018

Number of pages: 33

Appendices: 5

Keywords: HVAC, HPAC, functional test, acceptance inspection

The purpose of this bachelor's thesis was to examine hvac designer's tasks, obligations and responsibilities during construction. This thesis concentrates especially on acceptance inspection and functional tests. This thesis consists of literary research, practical research based on held interviews and a form made for Rejlers Finland Oy.

Literary research's source materials were mainly hvac instruction cards and morsels of information, published by Rakennustieto. The main stress on the theoretical part was to research acceptance and implementation worklists and quality controls of building.

Practical research was executed by interviewing ventilation and building automation contractors as well as hvac designer. The meaning of practical research was to compare theory and practice in building's acceptance and implementation from different viewpoints.

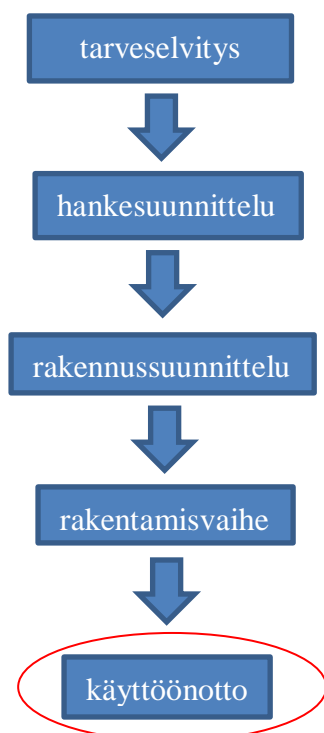
It was noticed that functional tests lack for consistent form. This thesis' practical result was a form that is being used in functional tests within Rejlers Finland Oy. The form works as a check list during the functional test and as a document after that.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	VASTAANOTTOTARKASTUS	6
2.1	LVI-laitteiden vastaanoton eri vaiheet	9
2.1.1	Laite- ja asennustapatarkastukset.....	9
2.1.2	Tarkastusmittaus	11
2.1.3	Koekäyttö	12
2.1.4	LVI-laitteiden luovutuskatselmus	13
2.2	Vastaanottotarkastus käytännössä	17
2.2.1	Urakoitsijan itselleluovutus	20
2.2.2	Laite- ja asennustapatarkastukset.....	21
2.2.3	Tarkastusmittaus	22
2.2.4	Koekäyttö	24
2.2.5	LVI-laitteiden luovutuskatselmus	24
3	TOIMINTAKOKEET	27
3.1	Toimintakokeiden suorittaminen	27
3.2	Toimintakokeissa tarkastettavat kohteet.....	28
3.3	Toimintakokeet käytännössä.....	29
4	TULOKSET	32
5	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on lvi-suunnittelijan rakentamisen aikaiset tehtävät. Lvi-suunnittelijalle kuuluu varsinaisen suunnittelun lisäksi tehtäviä, joita hoidetaan rakentamisen aikana ja sen jälkeen. Näitä ovat esimerkiksi toimintakokeet ja vastaanottotarkastus. Suunnittelijan osallistuminen rakentamisen aikana tehtäviin tarkastuksiin ja kokouksiin on osa laadunvalvontamenetelmää. Suunnittelijan velvoitteet ja vastuut on määriteltä urakkaohjelmassa, joka on aina rakennuskohde kohtainen.



Kuva 1. Rakennushankkeen kulku ja opinnäytetyössä käsiteltävä vaihe ympyröitynä.

Työ tehdään Rejlers Finland Oy:lle ja työn aihe keksittiin heidän aloitteestaan. Huomattiin, että toimintakokeiden suorittamiseen ei ole johdonmukaista kaavaa, jolla kaikki suorittaisivat kokeet. Jokainen suorittaa kokeet omalla tavallaan, eikä tulokset välttämättä aina ole vertailukelpoisia. Saatiin idea, että opinnäytetyön tuloksena syntyi kaavake, jota seuraamalla saataisiin yhdenmukaistettua toimintakokeita ja varmistettua, että jokainen toimintakokeiden tarkastettava elementti tulee tarkastettua ja todettua toimivaksi. Toimintakokeiden jälkeen lomake toimisi myös dokumenttina tehdyistä toimintakokeista.

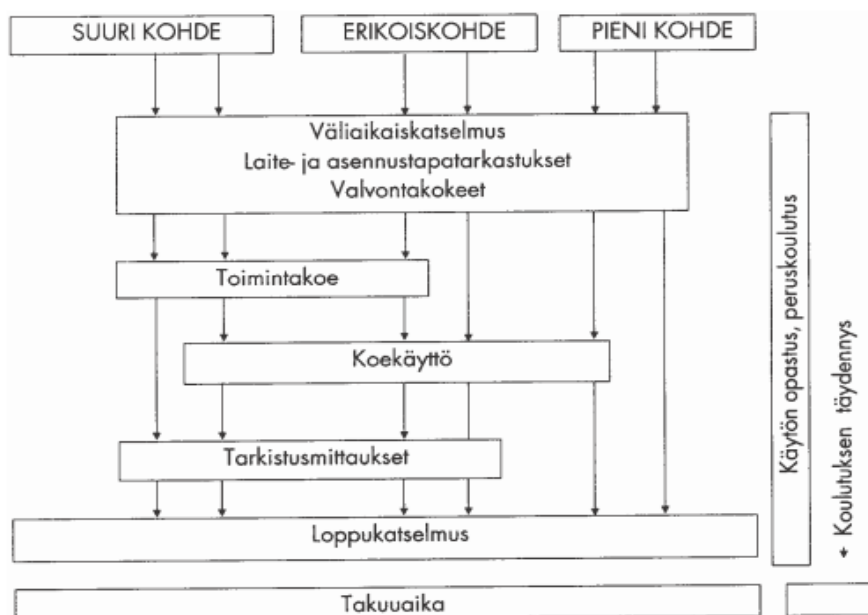
2 VASTAANOTTOTARKASTUS

Käyttöönotto on kiinteistön järjestelmien kannalta tärkeä vaihe. Järjestelmät säädetään ja viritetään toimimaan yhdessä toimivana kokonaisuutena. Ennen juridista vastaanottoa ja tilojen varsinaista luovuttamista toiminnan käyttöön rakennusprosessiin kuuluu monivaiheinen tapahtumaketju. Siihen kuuluu toimittajien arviointi, materiaalien ennakkokokeet, näytteet ja mallit sekä LVIS-töiden asennustapatarkastuksia, laitteiden hyväksymisiä, koekäyttöä ja toimintakokeita.

LVI-laitteiden vastaanottoon kuuluvat:

- laite- ja asennustapatarkastukset
- toimintakokeet
- tarkastusmittaus
- koekäyttö
- loppukatselmus

Eri osien sisällyttäminen vastaanottomenettelyyn riippuu kohteen laajuudesta kuvassa 2. olevan kaavion mukaisesti (LVI-03-40002, 1991, 2).



Kuva 2. LVI-laitteiden vastaanottomenettelyn riippuvuus kohteen laajuudesta (LVI-03-40002, 1991, 2).

Sekä urakoitsijalla että rakennuttajalla on oikeus pyytää vastaanottotarkastus pidettäväksi, kun rakennuskohde on siinä valmiudessa, että mahdollisesti kesken olevat työt on mahdollista suorittaa ennen vastaanottotarkastuksen pitämistä. Pyyntö tehdään kirjallisesti ja tarkastus on aloitettava vähintään 14 vuorokautta pyynnön tiedoksisaamisen jälkeen. Päivämäärä sovitaan, mutta jos sopua aikataulusta ei saada, rakennuttaja määrää päivän.

Ennen tarkastusta urakoitsijan tulisi itse varmistaa, että työ on valmis ja täyttää vaatimukset. Urakoitsijan omaa työn tarkastusta kutsutaan itselleluovutukseksi. Vastaanottotarkastuksessa todetaan, onko työntulos sopimusasiakirjojen määräysten mukainen. Suorittamatta olevat vähäiset viimeistelytyöt eivät ole este vastaanotolle, jos niistä ei aiheudu estettä tai haittaa työntuloksen käyttöönnotolle. Vastaanottotarkastuksessa työn ei siis tarvitse olla täysin valmis. Asennusten tulee olla sellaisessa valmiudessa, että tekniikat voidaan ottaa käyttöön ja ne toimivat halutulla tavalla osana toimivaa kokonaisuutta.

Vastaanottotarkastuksen toinen osapuoli on aina rakennuttaja, eli tilaajan edustaja. Toisena osapuolena on urakoitsijat. Ennalta sovittu tai ilmoitettu tarkastus voidaan pitää, vaikka urakoitsija ei osallistuisikaan vastaanottotarkastukseen.

Kaikista tarkastustoimituksista, muistakin kuin vain vastaanottotarkastuksesta, on pidettävä pöytäkirjaa. Kaikista pöytäkirjoista tulee selvittää seuraavat seikat. Mikä tarkastus on kyseessä ja mitä tarkastetaan. Pöytäkirjassa tulee ilmoittaa milloin, missä ja kenen pyynnöstä tarkastus pidetään. Tarkastuksen sopimusmukaisuus ja läsnäolleet sopijapuolet, heidän edustajansa ja asiantuntijansa sekä muut tarkastukseen osallistuneet kerrotaan pöytäkirjassa. Myös tarkastuksen tulos, asianomaisten vaatimukset ja vastineet ja suoritettavaksi määrätty toimenpiteet määräaikaan tulee ilmetä pöytäkirjasta, kuten myös miten pöytäkirja tarkastetaan ja allekirjoitetaan.

Pöytäkirja tulee myös tarkastaa. Pöytäkirjan tarkastustoimituksessa puheenjohtajana toimii tilaaja tai tilaajan edustaja. Puheenjohtajana voi toimia myös jäävitön henkilö, jos sopijapuolet niin valitsevat. Puheenjohtaja määrää pöytäkirjan pitäjän. Sopijapuolen on toimitettava tarkastuspöytäkirja tarpeellisilta osiltaan neljäntoista vuorokauden

kuluessa sen saatuaan sellaiselle sopijapuolelleen, jota tarkastuksen kohteena ollut seikka koskee.

Vastaanottotarkastuksesta tehdään tarkastuspöytäkirja, johon tehdään edellä mainittujen merkintöjen lisäksi merkintöjä siitä, onko urakkaan kuuluvat velvollisuudet täytetty tai miten laajalti velvollisuuksia ei ole suoritettu sopimuksen velvoittavalla tavalla. Lisäksi pöytäkirjaan tulee kirjata tarkastuksen tulos, hyväksytäänkö työntulos vastaanotettavaksi ja missä laajuudessa. Jos työntulosta ei hyväksytä, pöytäkirjaan tulee kirjata hyväksymättä jättämisen syyt. Pöytäkirjaan merkitään urakoitsijan virheet sekä aika, jonka kuluessa ne on korjattava tai poistettava, sekä rahamäärä, joka pidätetään maksamatta olevasta urakkahinnan osasta, kunnes virheet on korjattu tai poistettu. Joistakin virheistä voidaan sopia arvovähennys urakkahinnasta. Pöytäkirjaan tulee kirjata myös urakoitsijan virheet, joiden ei katsota aiheuttavan seurauksia urakoitsijalle, sekä syy tähän. Muistutukset, jotka eivät vaadi välittömiä toimenpiteitä, vaan ne käsitellään lopullisesti takuutarkastuksessa sekä virheet joihin perustuvia vaatimuksia ei tarkastuksessa voida täsmentää sekä tapa, jolla tavalla ne selvitetään. Tarkastuksessa voi ilmetä mielipide eroavaisuuksia, ne tulee myös kirjata pöytäkirjaan, kuten myös ajankohta siitä, milloin urakoitsijan sopimusten edellyttämät vakuutukset saadaan lakkauttaa. Pöytäkirjaan merkitään ajankohdat takuuaikojen alkamis- ja päättymispäiville ja mistä lukien rakennuttaja vastaa rakennuskohteen hoito- ja käyttökustannuksista. Määräykset jälkitarkastuksen toimituksesta sekä siinä tarkastettavista virheistä, ehdot urakoitsijan mahdollisesta myöhästymisestä sekä selvitys viranomaisten ja säädösten edellyttämistä tarkastuksista sekä niiden pöytäkirjoista ja niiden luovuttamisesta rakennuttajalle täytyy tehdä selvitys vastaanottotarkastuspöytäkirjaan. Pöytäkirjassa tulee mainita rakennusluvan sekä viranomaisten käsittelemien piirustuksien ja sopimusten edellyttämien muiden luovutus kirjojen toimituksesta rakennuttajalle sekä sopijapuolten toisiinsa kohdistamat muut vaatimukset ja mahdolliset vastineet.

Ennen kuin pöytäkirjaan tehdään merkintöjä virheestä, urakoitsijalla on oikeus antaa siitä lausuntonsa. Lausunnon sisältö on kirjattava pöytäkirjaan. Kummankin sopijapuolen on esitettävä toisiinsa kohdistuvat vaatimuksensa perusteineen viimeistään vastaanottotarkastuksessa, sillä uhalla, että oikeus vaatimusten tekemiseen on muutoin menetetty. Vastaanottotarkastuksessa vain perustellut vaatimukset voidaan ottaa käsiteltäväksi vielä loppuselvitystilaisuudessa.

Tarkastuksen perusteella urakoitsijalle jäävät toimenpiteet on mahdollisimman nopeasti tai sovitussa ajassa suoritettava. Tilaajan vaatimuksesta urakoitsija voi korvausta vastaan poistaa tai korjata virheen, vaikka ei sopimusasiakirjojen mukaan ole velvolinen sitä tekemään (RT 16-10660, 1998, 14-15).

2.1 LVI-laitteiden vastaanoton eri vaiheet

LVI-laitteiden vastaanottoon kuuluu laite- ja asennustapatarkastukset, toimintakokeet, tarkistusmittaus, koekäyttö ja loppukatselmus (LVI 03-40002, 1991, 2). Toimintakokeet käsitellään tässä työssä omana kokonaisuutenaan. Vastaanottotarkastus on juridinen tapahtuma, jossa todennetaan hankkeen toteutuksen sopimusasiakirjojen mukaisuus. Siinä varmistetaan, että kaikki vastaanottotarkastusta edeltäneet laadunvarmistustoimenpiteet ja tarkastukset on hyväksytysti suoritettu ja dokumentoitu. Vastaanottotarkastus päättyy, kun työsuoritus luovutetaan rakennuttajalle (LVI 03-10313, 2000, 6).

2.1.1 Laite- ja asennustapatarkastukset

”Laite- ja asennustapatarkastusten tavoitteena on rakennushankkeen edistyessä varmistaa, että kohteeseen sijoitetut ja asennetut laitteet ja tarvikkeet täyttävät niille asetetut vaatimukset niin materiaalien, asennustavan kuin mitoitusarvojenkin osalta” (LVI 03-40002, 1991, 2). Erityisesti on keskityttävä piiloon asennettavien kanavien ja putkistojen tarkastuksiin (LVI 03-40002, 1991, 2).

Asennuksissa käytettävien laitteiden on oltava rakennuttajan hyväksymiä. Urakoitsija toimittaa rakennuttajalle luettelon ehdottamistaan laitteista, jonka pohjalta rakennuttaja pyytää suunnittelijalta lausunnon ehdotuksista. Rakennuttaja kuitenkin viime kädessä itse päättää hankittavista laitteista. Suunnittelija ei saa rakennuttajan ohi sopia mitään urakoitsijan kanssa keskenään. Kun valitaan laitteita, olisi syytä kiinnittää huomioita standardeihin ja tyyppihyväksyntöihin ja mahdollisiin käyttäjän aikaisempiin laite- ja valvontajärjestelmävalintoihin.

Asennustapatarkastukset kuuluvat rakennuttajalle. ”Tarkastukset tekee rakennuttajan edustaja joko omana työnään, työmaavalvojan ominaisuudessa, tai siihen palkataan konsultti” (LVI 03-40002, 1991, 2). Tarkastuksia tekemään soveltuu myös tuleva huoltomies, jolloin hän samalla perehtyisi tulevaan tehtäväänsä. Vaativissa kohteissa kuitenkin usein käytetään LVISA- alan erikoisvalvojia. Jos työmaavalvonta on sisällytetty suunnittelusopimukseen, suunnittelija osallistuu oman alansa töiden valvontaan. Jos asennustapatarkastuksissa huomataan virheitä, ne tulee korjata välittömästi (LVI 03-40002, 1991, 2).

LVI-laitteiden asennustapatarkastuksessa tarkastettavia asioita on lukuisia.

Maahan jäävissä putkiasennuksissa:

- on oltava ohjelman mukaiset eristeet, eristepaksuudet ja päällysteet
- putkisto ei saa jäädä veden alle
- putkielementtien saumat (kutistusmuovi) on tehtävä huolellisesti
- putkikaivanto on täytettävä niin, etteivät eristeet ja elementit rikkoudu
- tarkepiirustusten putkireittien on oltava asennusten mukaiset

Lämpö- ja vesijohdoissa:

- laitteiden on oltava ohjelman tai hyväksymislistan mukaisia
- on oltava ohjelmanmukaiset eristeet, eristepaksuudet ja päällysteet, sekä eriste tukevasti kiinnitetty
- rakenteet on tiivistettävä oikein, eli rakenteissa ei saa olla kuluttavia hankauskohtia
- perussäätöventtiilien luo on oltava esteetön pääsy ja ne on merkittävä. Tarvittaessa on asennettava tarkastusluukku. Mittausyhteiden on oltava kytkettävissä.
- ilmanvaihto-, lämmitys- ja lämmöntalteenottopatterit on kytkettävä oikein ja niiden tulee olla purettavissa
- putkien, pumppujen ja venttiilien merkintöjen on oltava ohjelman mukaiset
- lämpö- ja painemittarit on voitava lukea seisontakorkeudelta, lämpömittaritas-kuissa on oltava öljyä

Ilmanvaihtolaitteissa:

- laitteiden on oltava ohjelman tai hyväksymislistan mukaiset
- on oltava ohjelmanmukaiset eristeet, eristepaksuudet ja päällysteet, sekä eriste tukevasti kiinnitetty
- kanaviston liitosten on oltava tiiviit, eikä niissä saa olla virtausta haittaavia jätöreunoja
- kanaviston tiiveyskokeet on suoritettava ohjelman mukaisesti
- säätöpeltien- ja laitteiden luo on päästävä vaivattomasti, niiden liittyessä rakenteisiin on oltava tarkastusluukut ja ne on merkittävä ohjelman mukaisesti
- mittauspisteiden luo on päästävä ja ne on merkittävä
- kanavistot ja kojeet on merkittävä ohjelman mukaisesti
- suodattimien vaihtoraja on merkittävä paine-eromittarein

(LVI 03-40002, 1991, 3).

2.1.2 Tarkastusmittaus

Tarkastusmittaukset tehdään ennen loppukatselmusta, jotta saadaan varmuus siitä, että laitos on vastaanottokunnossa. Mittausten laajuudesta sovitaan yleensä jo hankekohdaisissa urakkaohjelmissa ja ne toteutetaan urakkarajaliitteen ja työselityksen mukaisesti.

Tarkastusmittausten perustana ovat yleensä urakoitsijoiden säätötöidensä yhteydessä tekemät mittauspöytäkirjat. Mittauksista, joita ei tehdä rakennuttajan toimesta, vaaditaan urakoitsijoiden mittauspöytäkirjat.

Useimmiten suunnittelija, rakennuttajan edustajana, hoitaa tarkastusmittaukset. Mittausten laajuudesta ja suunnittelijan työpanoksesta on sovittava erikseen. Useimmiten alle 100 % mittaukset riittävät, jolloin mittaukset ovat niin sanotusti pistokoemaiset. Koko verkostoa ei mitata uudestaan, vaan rakennuttajan edustajan eli usein suunnittelijan saamia mittaustuloksia verrataan urakoitsijan toimittamiin mittauspöytäkirjojen tuloksiin, jolloin voidaan pistekokein testata mittauspöytäkirjojen oikeellisuus ja mittaus- ja säätötyön onnistuminen (LVI 03-40002, 1991, 5).

Tarkastusmittauksiin kuuluvat:

- lämmityslaitteet
 - kattilalaitoksen palamishyötysuhteen määrittäminen
 - lämmitysverkoston vesivirtausten mittaus
 - lämmitysverkoston perussäädön tarkistus
 - pumppujen toimintapisteen ja hyötysuhteen määrittäminen
 - huonelämpötilojen ja kosteuden mittaus
 - ilmanvaihtolaitteet
 - kanaviston tiiviysmittaus, mittaus tehdään asennustyön aikana
 - tulo- ja poistoilmakoneiden ilmavirtojen mittaus
 - runko- ja haarakanavien ilmavirtojen mittaus
 - urakoitsijan laatiman huonekohtaisten ilmavirtojen mittauspöytäkirjan luettavuuden tarkistus pistokokein
 - puhaltimien toimintapisteen ja hyötysuhteen määrittäminen
 - lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteiden määrittäminen
 - huoneiden painesuhteiden tarkistus, joka toteutetaan savukokeilla tai painerojen mittauksella
 - äänimittauksia
- (LVI 03-40002, 1991, 5).

2.1.3 Koekäyttö

Koekäytöllä varmistetaan talotekniikkajärjestelmien toimintakyky ja -valmius vaihtuvissa kuormitusolosuhteissa. Kuormitusolosuhteet määritellään suunnitelmiin sisältyvissä koekäyttöohjelmissa. Koekäytöllä varmistetaan tilojen olosuhteiden pysyvyyttä tuomalla tilaan järjestelmien tehomitoitusta vastaavat koekuormat. Koekuorma saattaa olla lämpöä, kosteutta, jäähdytystä jne. (LVI ohjeet lausuntakierrosversio, 2018, 1).

Koekäyttö tehdään tietyille erikoislaitteille, esimerkiksi kattilalaitokselle, varavoimalaitteille ja erityistilojen ilmastointilaitteille. Järjestelmäkohtaisten koekäyttöjen tavoitteena on tarkastaa urakoitsijoiden suorittamat työt ja työntuloksen toiminta. ”LVISA- urakoitsijat luovuttavat rakennuttajalle koekäyttöä varten järjestelmien

säätö- ja virityspöytäkirjat. Koekäyttö tehdään erilaisissa kuormitustilanteissa keino- tekoista kuormitusta käyttäen” (LVI 03-40002, 1991, 5).

Urakka-asiakirjoissa selostetaan erikseen koekäyttö ja siihen osallistujat. Usein urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu hankkia paikalle tarvittavat laitteet ja mittauskalusto, sekä suorittaa koekäyttö rakennuttajan edustajan valvonnassa (LVI 03-40002, 1991, 5).

2.1.4 LVI-laitteiden luovutuskatselmus

Luovutustilaisuudessa tarkistetaan, että urakoitsijoiden velvollisuudet on täytetty. Luovutuskatselmuksessa tarkastetaan LVI-laitteiden osalta mm. seuraavat asiat (poisluettuina asennustapatarkastukset):

Viranomaisen tarkastukset:

- kaukolämpölaitteet
- öljylämmityslaitteistot
- hormitarkastus, suorittajana nuohooja tai palolaitos
- paloviranomaisten tarkastukset
 - varavoiman öljysäiliöt
 - savunpoistolaitteet
 - kaasulaitteet
 - sprinklerilaitteet
 - alkusammutuslaitteet
- vesi- ja viemärilaitteet
- arkistotarkastus
- väestönsuojatarkastus
- hissitarkastus (iv)
- terveystarkastus
- kaasulaitteet

Pöytäkirjat ja/tai valvojan merkinnät:

- painekokeet
 - lämpöjohdot
 - lämmöntalteenottoputkisto
 - vesijohdot
 - paineviemärit
 - ilmanvaihtokanavat
 - paineputkistot
 - kylmälaitteet
 - erityisputkistot
- lämmitysverkostojen vesimäärät
- lämmöntalteenottoputkistojen liuosmäärät
- käyttöveden kiertovesimäärät
- ilmavirtojen mittaukset
- äänitasojen mittaukset
- kattilaitoksen mittaukset
- erikoislaitteiden mittaukset, kuten esimerkiksi uima-allas- ja sprinklerilaitteet
- säätölaitteiden virityspöytäkirja

Koekäytöt pöytäkirjoineen:

- erikoisilmastointilaitteet
- kylmä- ja jäähdytyslaitteet
- kattilalaitos
- paineilmalaitteet
- varavoimalaitteet
- lämmöntalteenottolaitteet

Varaosat ja huoltovälineet:

- pumppujen varasarjat laatikoineen ja merkintöineen
- irtoavaimet pattereille, kertasäätöventtiileille ja vesiposteille
- ilmaruuvien avaimet
- työkalut
- suodattimet pakkauksineen ja konekohtaisine merkintöineen

- kiilahihnat merkittyinä
- varasulakkeet palopelleille ja säätölaitekaapeille
- lämmöntalteenottolaitteiden varaliuokset ja liuoksen testausohjeet

Luovutusasiakirjat LVI:n osalta:

Yleisasiakirjat:

- lupapiirustukset
- työselitykset ja urakkasopimuksen liitteet
- lämmitysverkoston perussäätö- ja mittauspöytäkirjat
- vesi- ja viemärilaitteiden tarkastustodistukset
- säätölaitteiden virityspöytäkirjat
- ilmanvaihdon mittauspöytäkirjat
- liittymissopimukset
- paineastiata tarkastustodistukset

Loppupiirustukset:

- Lämmityslaitteet

- lämmitysverkostot, taso- ja leikkauspiirustukset: linjapiirustukset
- lämmönkehityslaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: kytkentäkaaviot
- lämmöntalteenottolaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: kytkentäkaaviot
- lämmityksen säätölaitteet: säätökaaviot

- Vesi- ja viemärilaitteet

- talousvesiverkosto, taso- ja leikkauspiirustukset: linjapiirustukset
- talousvesilaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: linjapiirustukset
- viemärilaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset
- asemapiirustus, vesi- ja viemärilaitteet
- vesi- ja viemärilaitteiden säätölaitteet

- Ilmastointilaitteet

- ilmastointilaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: linjapiirustukset
- kanavistot, taso- ja leikkauspiirustukset
- väestönsuojelulaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset

- ilmastoinnin säätölaitteet: säätökaaviot

- Jäähdytyslaitteet

- Jäähdytyslaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: kytkentäkaaviot

Kohde- ja menetelmätiedot:

- laiteluettelot
- laitteiden konekortit
- laitteiden paikantamispiirustukset

Käyttöön ja huoltoon liittyvät tiedot:

- Käyttö- ja huoltosuunnitelma

- laitteiden käyttö- ja hoito-ohjeet
- asukkaille tarkoitetut käyttö- ja hoito-ohjeet
- käyttöaikaohjelma
- määräaikaistarkastustoiminta
- konekortit
- huoltosuunnitelma

LVI-laitteiden käytön informaatiojärjestelmä:

Primaarinen käytön informaatiojärjestelmä saadaan kiinteistöön luovutusasiakirjojen yhteydessä. Informaatiojärjestelmän on sisällettävä seuraavat kohdat:

- kartta konehuoneiden ja koneiden sijoituksesta sekä kulkureitistä
- ryhmä- ja ohjauskeskusten sijoitus konekohtaisesti
- lämmitysryhmien vaikutusalueet lämmönjakohuoneeseen
- ilmanvaihtokoneiden vaikutusalueet ja tieto pakkokytkennöistä jokaiseen ilmastointikonehuoneeseen sekä ohjauskeskukseen
- tarvittavat kaaviot konehuoneiden seinille
- nimikilvet ja tunnukset jokaiseen koneeseen
- laitteen yleisen huollon ohjeet laitteen läheisyyteen
- laitteen käyttöaikasuunnitelma
- huoltokohde ja -välikartta

- huoltoajan ja korjausten kirjaamisjärjestelmä

Lisäksi on oltava arkistomateriaali, suunnittelupiirustukset, konekortit ja laitevalmistajan laitekohtaiset selostukset (LVI 03-40003, 1991, 1-2).

Käytön opastus:

- ensimmäinen käytönopastus on tehty

Toimintakoe:

- toimintakokeissa todetut puutteet on korjattu

(LVI 03-40002, 1991, 6)

2.2 Vastaanottotarkastus käytännössä

Käytännössä vastaanottotarkastuksia yleensä sovelletaan. Rakennuttajasta ja rakennuskohteesta riippuen vastaanottotarkastuksen laatu voi vaihdella suuresti. Suunnittelijan tehtävät rakentamisen aikana on määritelty urakkaohjelmassa. Urakkaohjelma on rakennuskohdekohtainen, joten jokaisessa kohteessa suunnittelijan osallistuminen ei välttämättä ole yhtä kattavaa. Jos lvi-suunnittelijalle on määrätty työmaatekniset asiat, silloin suunnittelijan tulee osallistua kokouksiin, tarkastuksiin ja toimintakokeisiin. Suunnittelijalla on tällöin oikeus valvoa, että työ tehdään suunnitelmien mukaiseksi. Suunnittelijan työmaa-aikaisiin tehtäviin, urakkaohjelman niin määrätessä, kuuluu mm. seuraavat:

- aloituskokous
- seurantakokoukset
- työmaakokoukset
- viranomaistarkastukset
- malliasennukset
- toimintakokeet
- suunnittelijan oman puutelistan tekeminen
- asennusten suunnitelmallisuuden tarkastus

Urakoitsijan puolelta osallistutaan kaikkiin yllä mainittuihin työmaa-aikaisiin tapahtumiin (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Aloituskokous on kokous, jossa todetaan ja merkitään pöytäkirjaan velvoitteet, jotka kuuluvat rakennushankkeeseen ryhtyvälle, hankkeen suunnittelun ja rakennustyön pääasialliset osapuolet, rakentamisvaiheiden vastuuhenkilöt ja työvaiheiden tarkistuksen suorittavat henkilöt. Aloituskokouksessa kirjataan pöytäkirjaan myös muut selvitykset ja toimenpiteet rakentamisen laadusta huolehtimiseksi (Rakentaja.fi www-sivut 2006).

Työnaikaista valvontaa suoritetaan mm. seurantakokouksissa. Seurantakokouksen pitämisestä on määrätty lupapäätöksessä tai aloituskokouksessa. Seurantakokouksessa käydään läpi rakentamisen vaiheet, vastuuhenkilöt tehtävineen, tarkastetaan, että erityissuunnitelmat on asianmukaisesti laadittu sekä vastuuhenkilöiltä vaaditut tarkastukset on tehty (Jyväskylän kaupungin www-sivut n.d).

Työmaakokouksen pääasiallinen tehtävä on seurata sopimusten noudattamista. Työmaakokouksia pidetään vähintään kerran kuukaudessa ja niissä käsitellään mm. urakasuoritusten suunnitelmien ja sopimusten mukaisuus, urakasuoritusten aikataulujen mukaisuus, muutostarpeet ja täydennykset suunnitelmiin, muutos- ja lisätyöt, urakoitsijoiden välinen koordinaatio, tehdyt työt ja työmaan resurssit, työturvallisuusseikat sekä tehdyt ja tehtävät tarkastukset (Rakentaja.fi www-sivut 2009).

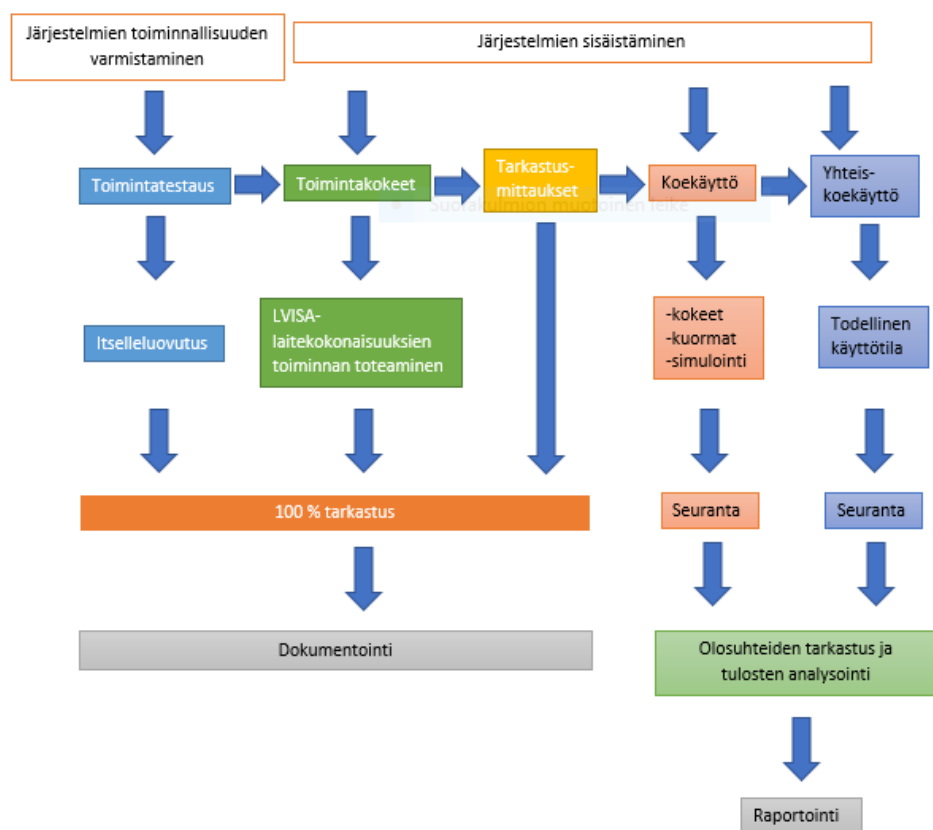
Rakennustyön aikana pidettävät viranomaistarkastukset on esitetty rakennusluvassa lupaehtona. Viranomaistarkastuksia lvi:n osalta ovat käyttöönottokatselmus ja loppukatselmus. Rakentamisen näkökulmasta niitä on mm. sijainnin merkitseminen, sijainnin tarkastus, pohja-, rakenne-, hormi-, ja osastoivien rakenteiden katselmus, sekä käyttökatselmus ja loppukatselmus (Salon kaupungin www-sivut n.d).

Malliasennus tarkoittaa sitä, että kaikki urakoitsijat toteuttavat oman työnsä määrättyssä tilassa suunnitelmien mukaisesti. Kun kaikki talotekniset ja rakenteelliset elementit ovat asennettuina ja valmiina, järjestetään malliasennuskatselmus. Malliasennuskatselmukseen osallistuvat kaikki urakoitsijat, joiden työpanosta malliasennus on

vaatinut. Lisäksi katselmukseen osallistuu tilaaja, tai tilaajan edustaja, suunnittelijat ja arkkitehti. Malliasennuksen tarkoituksena on tarkastaa, onko laatu tilaajaa tyydyttävä, voidaanko työ toteuttaa suunnitelmien mukaisesti sekä tarkastellaan kohteen visuaalisuutta. Malliasennuksista tehdään myös pöytäkirja, johon merkitään puutteet ja virheet. Virheet ja puutteet tulee korjata sopimusten mukaisiksi (Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Osallistuessaan tarkastuksiin, suunnittelija laatii oman puutelistansa. Puutelistassa on kirjattuna suunnittelijan huomaamat virheet sekä puutteet ja urakoitsijan tulee korjata tai täydentää ne. Suunnittelijan tulee tarkastaa, että virheet ja puutteet on korjattu.

Toimintakokeet ja asennusten suunnitelmallisuuden tarkastus on käsitelty opinnäytetyössä (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).



Kuva 3. Kaavio vastaanoton etenemisestä.

2.2.1 Urakoitsijan itselleluovutus

Urakoitsijan itselleluovutuksen tarkoituksena on varmistaa, että vastaanottotarkastuksessa työn tulos on mahdollisimman virheetön. Itselleluovutuksessa asennukset useimmiten tarkastetaan ennen kuin ne peitetään. Tällöin itselleluovutusta voidaan tehdä samaan aikaan kuin lvi-valvoja tekee omaa tarkastustaan. Itselleluovutuksessa tarkastetaan muun muassa laitteistokokonaisuuksia, suunnitelmien mukaisuutta sekä ilmanjatkoon liittyvät laitteet. Itselleluovutus antaa laitteille säätö- ja vastaanottovalmiuden. Suunnittelijat ovat useimmiten kiinnostuneempia säätöpöytäkirjoista, kuin itselleluovutuspöytäkirjoista (Hirvonen henkilökohtainen tiedonanto 14.5.2018, haastattelupohja liitteessä 1).

Itselleluovutuksen raportointia tehdään koko ajan työn edetessä. Tarkastukset suorittaa yleensä urakoitsijan oma projektinjohtaja. Tarkastukset raportoidaan, urakoitsijoilla on yleensä omat valmiit mallipohjat, joihin merkitään muun muassa päivämäärä, tarkastuksen kohde ja tarkastuksen tulos. Itselleluovutuspöytäkirjoja harvemmin vaaditaan nähtäväksi. Suuremmissa kohteissa rakennusliikkeet välillä vaativat pöytäkirjoja palautettavaksi. Kunnat useimmiten vaativat pöytäkirjat, sillä valvonta on tiukempaa (Hirvonen henkilökohtainen tiedonanto 14.5.2018, haastattelupohja liitteessä 1).

Itselleluovutuksen tavoitteena on ehkäistä luovutuksen jälkeisiä korjaustöitä, sillä ennen itselleluovutus-menetelmän käyttöä luovutusvalmius oli usein puutteellinen. Tämä johti siihen, että havaittuja virheitä korjattiin kohteen ollessa jo käytössä. Itselleluovutus on osa laadunvarmistusprosessia ja sillä pyritään varmistamaan työn virheetön luovutus tilaajalle. Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa (YSE98) määrätään urakoitsijaa tarkastamaan itse työnsä laatu sekä korjaamaan mahdolliset puutteet ja virheet ennen kuin kohde luovutetaan tilaajalle. Lisäksi YSE:ssä urakoitsija velvoitetaan ilmoittamaan tilaajan edustajalle havaitsemistaan vakavista virheistä sekä toimenpiteistä niiden korjaamiseksi (Mäkelä, 2010, 23).

Käytännössä työnjohto tai valittu työntekijä tarkastaa rakennuksen tilat, kirjaa puutteet, vauriot ja virheet. Systemaattisten virheiden korjaus aloitetaan pikimmiten, sillä

niiden korjaamisen kesto voi olla pitkä verrattaessa käytettävään aikaan. Havaitut virheet kirjataan tarkastuslomakkeeseen, jonka jälkeen korjaustöitä valvotaan ja lopuksi suoritetaan jälkitarkastus (Mäkelä, 2010, 24).

2.2.2 Laite- ja asennustapatarkastukset

Suunnittelijan näkökulmasta laite- ja asennustapatarkastukset ovat enemmän urakoitsijan ja lvi-valvojan tehtäviä, sillä tarkastukset tehdään suurimmaksi osaksi työn edetessä, eikä suunnittelijalla ole mahdollisuutta käydä lähes päivittäin työmaalla. Urakoitsijankin puolelta todettiin, että lvi-valvoja on enemmän osallisena tarkastuksiin juuri siitä syystä, että tarkastuksia pidetään työn edetessä (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Kaikki piiloon jäävät asennukset tulee tarkastaa ennen kuin tekniikat jäävät piiloon. Tarkastuksen suorittaa useimmiten lvi-valvoja. Kun asennukset ja laitteet on tarkastettu ja hyväksytty lvi-valvojan toimesta, voidaan tekniikat peittää. Urakoitsijalla on velvollisuus asentaa laitteet ja koneet valmistajan ohjeiden mukaan. Jokaisen laitteen mukana tulee ohjeet asennustavasta ja suojaetäisyyksistä, joita tulee noudattaa. Erityisesti säätöpellit ovat tarkkoja suojaetäisyyksistä, jotta mittaustulokset ovat luotettavat ja näin ollen säätö tapahtuu oikein (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Laitteet on oltava tilaajan hyväksymiä. Tilaaja voi halutessaan vaihtaa suunnittelijan suunnittelemat laitteet esimerkiksi halvemmiksi, mutta suunnittelija ei voi vaihtaa laitteita ilman tilaajan hyväksyntää. Eristystöitä valvontaan työn edetessä. Lvi-valvoja tarkastaa eristykset ja niiden kiinnitykset. Kanaviston tiiviys tarkastetaan painekokein ja virtausta haittaavat jättöreunat urakoitsija tarkastaa itse työnsä ohella. Tiiviyskokeet suoritetaan urakoitsijan toimesta. Työselityksessä on määrätty mitä tiiviysluokkaa kanaviston tulee noudattaa, sen mukaan määräytyy koepaine ja sallittu vuotomäärä. Tiiviyskokeet suoritetaan erikseen tulo- ja poistopuolen kanavistoille. Yleensä valitaan

suurimmat linjat ja koepaineistetaan ne, sillä ajan puitteissa ei yleensä ole mahdollisuutta koepaineistaa koko rakennuksen jokaista linjaa. Laitteiden luo on päästävä vauhtomasti. Usein suunnitelmissa on jo otettu tämä huomioon, mutta joskus asennus suunnitelmien mukaisille paikoille ei onnistu. Silloin asentaja, laitteen asennusohjeiden puitteissa, asentaa laitteen sopivalle paikalle. Muutokset merkitään niin sanottuihin punakynä piirustuksiin. Kaikki piiloon jäävät laitteet on merkittävä. Konehuoneissa merkitään koneet, virtaussuunnat ja joskus jopa koneen osat, tilaajan toiveista riippuen. Lvi-tarkastaja tarkastaa merkinnät, jos niissä on puutteita, tulee siitä merkintä pöytäkirjaan (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Laite- ja asennustapatarkastuksistaakin pidetään yhteinen katselmus, vaikka suurin osa tarkastuksista tehdään työn ohella. Tarkastustapahtumaan osallistuu tilaajan edustaja, lvi-valvoja, suunnittelija ja urakoitsija. Usein rakennusautomaatiourakoitsijakin on mukana, sillä automatiikasta voidaan joidenkin laitteiden osalta saada mittaustuloksia tai muuta tietoa ilman, että täytyy lähteä fyysisesti käymään kaikkia laitteita läpi. Tarkastus toteutetaan käytännössä katselemalla päällisin puolin näkyvissä olevia asennuksia ja merkintöjä. Laitteiden asennukset tarkastetaan silmämääräisesti ja niiden tulee olla asennettu niin, että ne toimivat tarkoitetulla tavalla. Jos eristyksiä on näkyvissä, katsotaan, että teippaukset ja saumat ovat oikein ja kunnolla toteutetut. Lähinnä siis kävellään ja katsellaan näkyviä osia asennuksista. Kohteesta riippuu, kuinka tarkkaan tarkastukset pidetään, mutta useimmiten luotetaan asennusten aikana tehtyihin tarkastuksiin ja varsinaisessa tarkastustilaisuudessa tarkastus on silmämääräistä tarkastamista. Jos tarkastustilaisuudessa huomataan virheitä ja puutteita, ne merkitään pöytäkirjaan ja virheet tulee korjata (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

2.2.3 Tarkastusmittaus

Urakoitsija suorittaa mittaukset ja täyttää mittaustulokset pöytäkirjaan. Tilaaja voi joskus vaatia, että suunnittelija suorittaa pistokoemaisia tarkastusmittauksia, jolloin saadaan todistettua urakoitsijan tekemien mittausten oikeellisuus. Suunnittelijan puolelta

tarkastusmittauksia pidetään harvoin, jos ei tilaaja niitä erikseen vaadi. Suunnittelija usein luottaa urakoitsijan tekemiin mittauksiin. Tarkastusmittauksissa täytyy ottaa huomioon olosuhteet, joissa urakoitsija on suorittanut omat mittauksensa. Esimerkiksi ilmavirtamittauksissa tärkeää on varmistaa, että puhaltimet pyörivät samalla kierrosnopeudella kuin urakoitsijan tehdessä mittauksiaan (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Jos tarkastusmittauksia tullaan suunnittelijan puolelta tekemään, voidaan tarkastaa mm. lämmitysverkoston vesivirrat ja perussäädöt. Lämmitysverkoston perussäätöjen virheet ilmenevät usein ensimmäisellä lämmityskaudella, jolloin urakoitsija on velvollinen takuuajan puitteissa korjaamaan virheensä. Urakoitsija toimittaa mittalaitteet. Pumppujen ja puhaltimien hyötysuhteet voidaan tarkistaa, mutta taajuusmuuttajat ovat poistaneet lähes kokonaan ongelman siitä, etteivät laitteet toimisi hyvällä hyötysuhteella. Huonelämpötilojen tarkastusmittauksia harvemmin tehdään, sillä niiden ongelmat selviävät ensimmäisen lämmityskauden aikana. Urakoitsija korjaa virheet takuuajan piirissä. Kosteutta mitataan harvoin, ellei ole määrätty tiettyä raja-arvoa tietyille tiloille. Tulo- ja poistoilmavirtojen mittaus yleensä tarkistetaan koneessa olevasta digitaalisesta näytöstä ja verrataan urakoitsijan saamiin tuloksiin. Lämmöntalteenoton hyötysuhde tarkistetaan automatiikasta, johon se on kirjoitettu ja verrataan suunnitelmien mukaiseen hyötysuhteeseen. Huoneiden painesuhteiden tarkastusta ei yleensä suunnittelijan puolelta tilakohtaisesti automaattisesti tehdä, jos ei huomata jotain aistinvaraisesti poikkeavaa, esimerkiksi, että ovet eivät huomattavan alipaineen vuoksi aukea kunnolla. Urakoitsijat tekevät painesuhteiden tarkistuksia, jos jonkin tilan paine on määritelty tiettyyn tilaan nähden. Esimerkiksi ydinvoimalassa on tarkistettu painesuhteita pesulan ja toimistotilojen välillä, sillä pesulassa on pesty suojavaatteita, joissa saattaa olla radioaktiivisuutta. Yleensä painesuhteet ovat kuitenkin selviä, kun pääte-laitteiden säädöt on tehty oikein. Äänimittauksia tehdään yleensä pyydettyä tai jos työselityksessä niin on määrätty. Urakoitsija suorittaa äänimittaukset ja ne tehdään aina vasta kun rakennus on täysin valmis ja kaikki kojeet ovat käytössä (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Tarkastusmittaukset suoritetaan urakoitsijoiden mittareilla. Jos tarkastusmittaukset suoritetaan ohjeiden mukaisesti, paikalla tulisi olla tilaajan edustaja, lvi-valvoja, suunnittelija ja urakoitsijat omilta aloiltaan. Välttämättä jokaisessa kohteessa ei näin kuitenkaan ole ja paikalla saattaa olla vain urakoitsija ja lvi-valvoja (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

2.2.4 Koekäyttö

Suunnittelijan osallistuminen koekäyttöön on sopimuksen mukainen, mutta yleensä sopimuksissa velvoitetaan suunnittelijaa osallistumaan. Urakoitsijan osallistuminen on satunnaisempaa. Koekäytössä koko laitos käynnistetään ja tarkkaillaan, että kaikki toimii. Kaikki tekniikat ja järjestelmät ovat yhteiskäytössä. Rakennusautomaatiourakoitsija on koekäytössä avainasemassa, sillä automatiikasta tulee mahdolliset virhehälytykset. LVIA-selityksessä on määrätty koekäytön minimi aika. Minimi koekäyttöaika voi olla esimerkiksi 14 vuorokautta. Mikäli koekäytössä todetaan virheitä, jatketaan koekäyttöä niin kauan, kunnes virheet on korjattu ja järjestelmät toimivat virheettömästi (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

2.2.5 LVI-laitteiden luovutuskatselmus

Lvi-laitteiden luovutuskatselmus pidetään lopputarkastuksen yhteydessä. Kiinteistö on tässä vaiheessa valmis luovutettavaksi. Luovutuskatselmuksessa tarkastetaan, että virhe- ja puutelistat on käyty läpi, niissä olevat virhemerkinnät on korjattu ja järjestelmät ovat valmiita käyttöä varten. Koko kiinteistö luovutetaan käyttäjälle. Urakoitsijan punakynäpiirustukset luovutetaan suunnittelijalle. Urakoitsija merkitsee punakynäpiirustuksiin tekemänsä muutokset koko rakentamisen ajalta. Suunnittelija laatii urakoitsijan kustannuksella tai omalla suunnittelupalkkiolla suunnitelmat vastaamaan urakoitsijan toteuttamia asennuksia. Tarkepiirustuksilla saadaan urakoitsijan toteutus vastaamaan suunnitelmia. Näin saadaan luotettavat, ajan tasalla olevat loppukuvat, jotka voidaan dokumentoida ja toimittaa kiinteistöön. Yleensä myös tilaaja haluaa loppuku-

vat. Myös rakennusvalvonta voi kaupungista riippuen haluta sarjan loppukuvia (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Toimilaitteiden ja kojeiden mukana tulevat dokumentit urakoitsija jättää kojeiden välittömään läheisyyteen tai kerää ne määrättyyn paikkaan. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneissa suodattimet asennetaan paikoilleen ja varasuodattimet kasataan oikean koneen päälle alkuperäisessä pakkauksessa. Urakoitsija teettää ja kiinnittää kojeisiin konekortin, josta selviää, mikä koje on kyseessä. Joskus vaaditaan tiedot palvelualueesta. Kojetoimittaja toimittaa huoltokirjan ja käyttöohjeen kyseiseen laitteeseen. Toimintakaavio kiinnitetään kyseiseen kojeeseen, jos mahdollista (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Suunnittelija toimittaa laiteluettelot. Laitteiden tekniset tiedot toimittaa valmistaja. Laitteiden paikantamispirstukset tulee suunnittelijalta loppudokumentoinnin yhteydessä. Paikantamispirstuksiin merkitään laajempia kokonaisuuksia tai merkittäviä huoltokohteita, kuten pumput ja puhaltimet.

Valmistaja toimittaa laitteiden käyttö- ja hoito-ohjeet kojeiden mukana ja urakoitsija toimittaa ne eteenpäin käyttäjän käyttöön. Usein ohjeet jätetään kojeiden välittömään läheisyyteen, josta ne on helppo löytää (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Määräaikaistarkastustoiminta kuuluu takuuhuoltoihin. Suunnittelija kertoo työseloituksessa tietyt kohteet, jotka tulee takuuaikana tarkastaa (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

Käytön informaatiojärjestelmä saadaan luovutusasiakirjojen yhteydessä. Suunnittelijalta saadaan ryhmä- ja ohjauskeskusten sijoitus konekohtaisesti. Suunnittelija toimittaa myös lvi-järjestelmien vaikutusalueet, jotka tulee kiinnittää konehuoneeseen näkyvälle paikalle. Urakoitsija kiinnittää nimikilvet ja tunnukset jokaiseen kojeeseen. Toimintakaaviot tulee kiinnittää näkyvälle paikalle konehuoneen seinälle tai kojeeseen.

Ensimmäisessä käytön opastuksessa on urakoitsija mukana. Käytön opastuksessa huoltohenkiköunnalle kerrotaan kojeiden sijoitus ja palvelualueet (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 2).

3 TOIMINTAKOKEET

Rakennuttajan kannalta toimintakokeet ovat tärkeitä. Toimintakokeissa saadaan selville tarpeeksi ajoissa, ennen hankkeen luovutusta, että urakoitsijat ovat toteuttaneet urakkansa sen mukaan mitä on tilattu. Puutteet toiminnoissa ja asennustavoissa voidaan korjata joustavasti ennen rakennuksen käyttöönottoa. Ollaan niin sanotusti saatu mitä on ostettu. Toimintakokeissa myös tarkastetaan eri urakoitsijoiden aikataulussa pysyminen niin, että LVI-laitteiden säätämiseksi ja virittämiseksi jää tarpeeksi aikaa. LVI-laitteiden säätö- ja viritystyöt ovat energiataloudellisesti merkittäviä, sillä rakennuksen energiankulutusta voidaan optimoida oikeanlaisilla säätö- ja viritystoimilla. Urakkaohjelmassa on määritelty säätö- ja viritystoille varattu aika (LVI 03-40002, 1991, 3).

3.1 Toimintakokeiden suorittaminen

Toimintakokeet toteutetaan rakennuttajan toimesta. Toimintakokeet tekee urakoitsija, rakennuttajan ja suunnittelijan läsnä ollessa. Kokeet pohjautuvat usein järjestelmäkohtaisten tarkastuslistojen käyttöön ja ne suoritetaan vain valmiille ja toimintakuntoisille järjestelmille.

Toimintakokeissa rakennuttaja tarkastaa urakoitsijoiden ollessa läsnä, että laitteet on asennettu oikein ja että sähköllä toimivat laitteet saavat virtansa lopullisia virtayhteyksiä pitkin. Liikesuuntien tulee olla oikeat ja kytkennät tulee olla oikein tehty. Näin ollen toimintakokeet suoritetaan pääasiassa koneteknisissä tiloissa, kuten esimerkiksi IV-konehuoneissa, lämmönjakokeskuksissa tai kompressoriasemilla sijaitseville laitteille. Toimintakokeissa varmistuu, että tiloihin on asennettu piirustusten ja työselitysten mukaiset laitteet. Kokeissa myös arvioidaan valmius siirtyä järjestelmäkohtaisiin säätö- ja viritystoiimiin.

Toimintakokeiden suorittaminen vaatii tiettyjä valmiusasteita eri urakoilta, sillä toimintakokeet voidaan suorittaa vain valmiille ja toimintakuntoisille järjestelmille. Urakkarajaliitteessä tulisi mainita mahdolliset toimintakokeiden hylkäämisperusteet,

sillä mikäli uusintamittauksia joudutaan tekemään, ne tehdään aiheuttaneen urakoitsijan kustannuksella.

Rakennustyöt tulee olla siinä vaiheessa, että konehuoneet, sähkökeskukset ja valvomotilat ovat valmiit ja alustavasti siivotut ja rakennuksen tilat tulee olla sellaisessa kunnossa, että toimintakoe ja sen jälkeiset säätö- ja viritystyöt voidaan aloittaa. Seinät, ovet, ikkunat yms. rakennusosat tulee olla asennettuina. Putkitöiden osalta verkosto ja laitteet tulee olla asennettu lopullisesti ja verkosto on huuhdeltu ja esisäädetty. Putkien eristystöiden tulee olla suurimmalta osalta tehty ja mittarit on asennettu. Ilmanvaihtotöiden osalta kaikki koneet ja laitteet pitää olla asennettuina, kanavat ja puhaltimet puhdistettuja, venttiilit ja säleiköt asennettuja sekä urakoitsijan toimintatarkastukset tulee olla tehtyinä. Sähkö- ja säätölaitetyöt tulee olla toimintakokeiden vaatimassa laajuudessa tehty. Toimintakokeiden pitämisen suositeltava käytäntö voisi olla esimerkiksi, että toimintakokeita ei suoriteta, mikäli jokin mainituista tehtävistä on tekemättä tai rakennuttajan toimintakokeiden tarkastus keskeytetään, mikäli toiminnallisia puutteita havaitaan merkittävässä määrin (LVI 03-40002, 1991, 3-4).

3.2 Toimintakokeissa tarkastettavat kohteet

Toimintakokeet toteutetaan rakennuttajan toimesta, tapauksesta riippuen joko koko laajuudessaan taikka pistokokein, esimerkiksi urakoitsijoiden yhteistyössä laatimien tarkastuslistojen perusteella. Tarkastuksissa tulisi kiinnittää huomiota mm. instrumentointiin ja merkintöihin, pyörimissuuntiin, hälytyksiin ja varalaitteisiin, ohjauksiin ja pakkokytkentöihin sekä säätötoimintoihin.

Moottorien pyörimissuunnat tulisi tarkistaa, sillä esimerkiksi puhaltimen pyöriessä väärään suuntaan, puhaltimen hyötysuhde on huono, jolloin se kuluttaa suuren määrän energiaa aivan turhaan. Hälytysten ja varolaitteiden toimiminen on tärkeää, jäätymis- suoja- ja palovaaratermostaattien toimimattomuus saattaa vaaratilanteessa aiheuttaa huomattavia taloudellisia menetyksiä. Sähkömoottoreiden lämpösuojat on viritettävä oikeille, suunnitelmien mukaisille alueille, jotta moottorit eivät vahingoitu. Ohjaukset ja pakkokytkenät tulee olla kunnossa, muutoin pakkokytkentöjen puuttuessa kojeet saattavat aiheuttaa rakennukselle kosteuskuormia. Säätötoiminnot tarkastetaan ja että

säätölaitteiden toimintasuunnat vastaavat muutokseen kuten pitääkin. Tärkeää on myös tarkastaa energiataloudellisten sarjasäätöjen toiminta palautusilma- ja lämmöntalteenottolaitteissa (LVI 03-40002, 1991, 4).

3.3 Toimintakokeet käytännössä

Toimintakoe on käytännössä viimeinen tarkistustilaisuus, jossa varmistutaan urakoitsijan työstä. Toimintakokeissa todetaan, että laitteet ja järjestelmät toimivat turvallisesti ja suunnitelluilla tavoilla. Tilaajalle toimintakokeet osoittavat, että laitteisto ja talotekniikka ovat toimintavalmiita ja käyttökelpoisia. Toimintakokeissa harvemmin on suuria ongelmia, sillä urakoitsijan itselleluovutus on tehty, ja siinä urakoitsijat ovat tarkastaneet omien laitteidensa ja asennustensa toimivuuden. Jos ongelmia ilmenee, suunnittelija kirjaa ongelmat ylös ja urakoitsijan on korjattava virheet tai puutteet. Suunnittelijan tulee tarkastaa, että virheet tai puutteet on korjattu (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 3).

Toimintakokeissa tarkistetaan laitteiden toiminta. Rakennusautomaatiourakoitsijan panos on tärkeä toimintakokeiden kannalta, sillä useimmat tarkastukset tehdään automaation kautta. Pakkokytkentöjen ja säätöjen toimintaa tarkastellaan automaation avulla, esimerkiksi hetkellisesti automaatiosta säädetään ulkolämpötilaa kylmemmälle ja seurataan aukeaako ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin säätöventtiili. Hetkellisesti syöttämällä automatiikkaan vääriä arvoja, saadaan tarkastettua useimmat toimintakokeiden elementit, kuten hälytykset, edellä mainitut pakkokytkennot, sarjasäädöt ja palopeltien toiminta. Toimintakokeissa tarkistetaan myös kojeiden ja laitteiden merkinnät ja verrataan fyysisiä ja automatiikassa olevia laitteita. Jokainen automatiikassa näkyvä elementti tulisi löytyä kojeista myös fyysisesti ja toisinpäin. Myös arvojen tulisi olla automatiikassa ja fyysisessä mittarissa samat, jolloin voidaan todeta automatiikka toimivaksi (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 3).

Fyysisesti laitteiden toiminnan tarkastaminen on toimintakokeissa haastavinta. Toimintakokeet tehdään suurimmaksi osaksi konehuoneesta käsin, joten toimintakokeille varatun ajan puitteissa on vaikeaa tarkastaa, että esimerkiksi jokainen palopelti toimii oikeasti myös fyysisesti. Harvoin, mutta joskus esimerkiksi juuri palopellit tarkastetaan yksi kerrallaan fyysisesti. Iv-urakoitsija pitää puhelinyhteyden koko ajan automaatiourakoitsijaan ja yksi kerrallaan laukaistaan palopeltejä. Automatiikasta seurataan missä asennossa (auki/kiinni) palopelti automatiikassa on ja missä asennossa se on fyysisesti. Jos automatiikan ja fyysisen asennon kanssa huomataan eroavaisuuksia, laite tulee korjata. Palopeltien kohdalla asennon eroavat tiedot johtuvat useimmiten mikrokytkimestä, joka on joko löysällä tai rikki. Automatiikasta seurataan myös, tulee jokaisesta palopellistä hälytys, kun palopelti sulkeutuu. Harvoin on mahdollisuus tarkastaa toimilaitteet yksitellen, joten silloin luotetaan automatiikkaan. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneen hätä-seis-tilanteessa kaikki ilmanjakoon liittyvä laitteisto pysähtyy tai menee kiinni. Konehuoneesta käsin seurataan hätä-seis-tilanteessa, että sulukupellit menevät kiinni konehuoneessa, ja luotetaan, että näin on muissakin tiloissa, ellei automatiikka ilmoita viasta (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 3).

Toimintakokeet suoritetaan pääosin konehuoneesta, mutta myös muissa tiloissa käydään tarkastamassa merkintöjä ja pistokoemaisesti esimerkiksi hanojen toimintaa. Urakoitsija on tehnyt hanojen virtaamista pöytäkirjan ja huuhdellut verkoston. Verkoston puhtaus voidaan tarkastaa esimerkiksi päästämällä hanasta vettä ja irrottamalla sen jälkeen poresuutin. Jos poresuutin on puhdas eikä siihen ole kerääntynyt putkistosta sakkaa, voidaan olettaa, että urakoitsija on huuhdellut verkoston (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 3).

Toimintakokeet suoritetaan pääasiassa konehuoneessa, automatiikan avulla tarkastelemalla hälytyksiä ja toimintoja. Automatiikkaan vertaillaan fyysisiä mittareita, niiden lokaatioita ja fyysisten mittareiden osoittamia arvoja. Merkintöihin kiinnitetään huomiota konehuoneissa ja käyttötiloissa laitteiden ollessa peitettyinä, esimerkiksi alakaton yläpuolella. Suunnittelija tekee toimintakokeista pöytäkirjan ja toimintakokeissa havaitut puutteet ja virheet kirjataan siihen. Urakoitsijan tulee korjata virheet ja suun-

nittelija on velvollinen tarkastamaan korjatut virheet (Nissilä henkilökohtainen tiedonanto 9.5.2018 ja Salminen henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018, haastattelupohjat liitteessä 3).

Rakennusautomaatiourakoitsijan näkökulmasta tärkein dokumentti on toimintaselostus, sillä sen mukaan toteutetaan vaadittavat automaatiotoiminnot. Automaatiosta tulevat hälytykset menevät yleensä kiinteistöhuollolle, mutta joillakin urakoitsijoilla on tapana ohjelmoida tulevat hälytykset lisäksi itselleen käyttöönoton ensimmäisen kuu-kauden aikana (Kuosa henkilökohtainen tiedonanto 15.5.2018, haastattelupohja liitteessä 4).

Toimintakokeissa testataan automaation osalta yleensä kokonaisuuksia. Yksittäisiä kojeiden osia testataan useimmiten tarkastelemalla, toimiiko laite ja tuleeko hälytys, kun laitteessa on toimintahäiriö. Toimintakokeissa toiminnan häiriöt aiheutetaan automaatiosta automaatiourakoitsijan tekeminä. Antureiden toimintahäiriöt selviävät usein käytön aikana. Mittarit tarkastetaan yleensä niin, että mittarin johdot otetaan irti ja seurataan, muuttuuko arvot mittareissa. Samalla tulee tarkastettua myös se, että oikea johto on oikeassa paikassa. Joskus mittareiden oletetaan toimivan, jos se osoittaa jär-keenkäypää arvoa. Venttiilit toimivat yleensä toimilaitteen ohjaamana. Venttiilien toi-minta voidaan tarkastaa muuttamalla ohjaavan toimilaitteen arvoa, esimerkiksi lämpö-tilaa, jolloin vaikkapa säätöventtiilin tulisi muuttaa asentoaan haluttuun suuntaan (Kuosa henkilökohtainen tiedonanto 15.5.2018, haastattelupohja liitteessä 4).

4 TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena oli Rejlers Finland Oy:n käyttöön tarkoitettu, toimintakokeisiin mukaan otettava työkalu. Työkalun on tarkoitus ohjata toimintakokeita ja varmistaa, että kaikki tarkastettavat kohteet tarkastetaan. Työkalu on täytettävä kaavake, joka toimii toimintakokeiden jälkeen myös dokumenttina tehdyistä kokeista.

Liitteestä 5 löytyvä lomake on tehty Rejlers Finland Oy:n käyttöön toimintakokeiden tueksi. Lomake on kojekohtainen. Jos kohteessa on enemmän kuin yksi koje, tulee kojekohtaista osuutta kopioida. Lomakkeesta voi poistaa elementit joiden tiedetään puuttuvan kojeesta. Sivun oikeassa reunassa on tietoa siitä, miten kyseistä laitetta voidaan toimintakokeissa automaation kautta testata. Ennen toimintakokeisiin menoa olisi hyvä lukea toimintaselostus ja tarkastaa, että lomakkeessa on kaikki testattavat elementit lueteltuina.

Lomakkeeseen on puhekuplilla annettu täyttämisohteja. Täyttämisohteiden muotoilua tullaan muuttamaan Rejlers Finland Oy:lle luovutettavaan lomakkeeseen niin, ettei ohjeet ole tekstien päällä. Osa teksteistä on opinnäytetyöversiossa tarkoituksella peitetty, jottei lomaketta voida suoraan kopioida internetistä.

5 YHTEENVETO

Työn johtopäätöksiä voidaan todeta, että vastaanottotarkastus pääosin noudattaa määräyksiä, mutta parannettavaa olisi. Jotta vastaanottotarkastus voitaisiin toteuttaa täysin määräysten mukaan, täytyisi tarkastukselle varata riittävästi aikaa ennen kohteen käyttöönottoa. Teoriassa jokainen laite ja elementti tulisi myös vastaanottotarkastuksessa tarkastaa yksitellen.

Urakoitsijoiden itselleluovutus tehdään tarkasti ja jokainen laite ja asennus tarkastetaan yksitellen. Useimmiten urakoitsijoiden itselleluovutuksessa huomataan virheet, jolloin vastaanottotarkastuksessa ei enää löydy paljoltikaan virheitä ja puutteita. Urakoitsijoiden itselleluovutus on lähes kokonaan poistanut urakoitsijoiden virheiden korjaustarpeen kohteen käyttöönoton jälkeen.

Toimintakokeet ovat osa vastaanottotarkastusta. Toimintakokeet suoritetaan yleensä suunnittelijan johdolla. Rakennusautomaatiourakoitsija on toimintakokeissa tärkeässä roolissa, sillä useimmat toiminnot ja laitteiden toimivuudet testataan automaation kautta. Suunnittelijan toimenkuva toimintakokeissa on pääasiassa kertoa rakennusautomaatiourakoitsijalle, mitä halutaan testata ja tarkastaa toimiiko laite halutulla tavalla.

Opinnäytetyön tuloksena syntyvää lomaketta tullaan käyttämään kesällä 2018 toimintakoetilaisuudessa Rejlers Finland Oy:n Porin konttorin toimesta, jolloin lomakkeen toimivuutta tullaan arvioimaan ja mahdollisesti tekemään siihen muutoksia. Toimintakokeiden ajankohdan vuoksi raportointia lomakkeen toimivuudesta ei saatu sisällytettyä opinnäytetyöhön. Lomakkeen arvioinnin ja mahdollisen muokkauksen jälkeen lomaketta tullaan käyttämään Rejlers Finland Oy:n sisällä.

Haastattelujen aikana selvisi, että urakoitsijoillakin olisi halukkuutta saada lomake käyttöönsä. Varsinkin automaatiourakoitsijan haastattelussa urakoitsija toi esille, että heilläkin olisi tarvetta kyseiselle lomakkeelle.

LÄHTEET

LVI 03-40002. Rakennusten vastaan- ja käyttöönotto. 1991. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 4.4.2018 ja 12.4.2018. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

RT 16-10660. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 6.4.2018. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

LVI ohjeet lausuntakierrosversio. Talotekniikan vastaanottomenettely. 2018. Rakennustieto. Viitattu 12.4.2018 ja 19.4.2018. <https://www.rakennustieto.fi/index/ajan-kohtaista/lausuntopyynnot/artikkelit/lausuntopyynto-talotekniikan-vastaanottomenettely-040518.html.stx>

LVI 03-40003. Vastaanottotarkastuksessa luovutettavat asiakirjat. 1991. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 19.4.2018. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

LVI 03-10313. Vastaanottotarkastuksen pöytäkirjan ja virheluettelon laatiminen. 2000. RAKLI ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2000. Viitattu 8.5.2018. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

M. Nissilä. 2018. Lvi-suunnittelija, Rejlers Finland Oy. Pori. Haastattelu 9.5.2018. Haastattelijana Emilia Salminen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa. Haastattelupohja liitteissä 2 ja 3.

K. Salminen. 2018. Iv-asentaja, etumies, K.T.Tähtinen Oy. Pori. Haastattelu 10.5.2018. Haastattelijana Emilia Salminen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa. Haastattelupohja liitteissä 2 ja 3.

Mäkelä H. 2010. Itselleluovutuksen kehittäminen. AMK-opinnäytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu. Viitattu 11.5.2018. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14740/Heidi_Makela_opinnaytetyo.pdf?sequence=1

Rakentaja.fi www-sivut. 2006. Viitattu 12.5.2018. <https://www.rakentaja.fi/>

Jyväskylän kaupungin www-sivut. n.d. Viitattu 12.5.2018. <https://www.jyvaskyla.fi/>

Rakentaja.fi www-sivut. 2009. Viitattu 12.5.2018. <https://www.rakentaja.fi/>

Salon kaupungin www-sivut. n.d. Viitattu 12.5.2018. <http://www.salo.fi/>

H. Hirvonen. 2018. Lvi-insinööri, K.T.Tähtinen Oy. Pori. Puhelinhaastattelu 14.5.2018. Haastattelijana Emilia Salminen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa. Haastattelupohja liitteessä 1.

J. Kuosa. 2018. Projektipäällikkö, Trentec Team Oy. Pori. Haastattelu 15.5.2018. Haastattelijana Emilia Salminen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa. Haastattelupohja liitteessä 4.

Haastattelupohja 1

ITELLELUOVUTUS:

- mikä itselleluovutus on?
- mitä itselleluovutuksessa tehdään?
- missä ajassa/milloin/missä vaiheessa työt ovat, kun itselleluovutus tehdään?
- kuka tekee raportin?
- millainen raportti on?
- palautetaanko raportti jonnekin/jollekin, minne/kenelle?
- mitkä ovat yleisimmät virheet/puutteet mitä itselleluovutuksessa havaitaan?

Haastattelupohja 2

VASTAANOTTOTARKASTUS:

-yleistä:

-mihin osallistutaan ja millä perusteella?

- aloituskokouksiin osallistuminen
- seurantakokouksiin osallistuminen
- työmaakokouksiin osallistuminen
- viranomaistarkastuksiin osallistuminen
- tärkeisiin malliasennuskatselmuksiin osallistuminen
- toimintakokeisiin osallistuminen
- suunnittelijan oman puutelistan tekeminen vastaanottoon ja asennusten suunnitelmanmukaisuuden toteaminen.

Laite ja asennustapatarkastukset:

-mitä toteutetaan?

-millä tavalla?

-kuka osallistuu?

Maahan jäävissä putkiasennuksissa:

- on oltava ohjelman mukaiset eristeet, eristepaksuudet ja päällysteet
- putkisto ei saa jäädä veden alle
- putkielementtien saumat (kutistusmuovi) on tehtävä huolellisesti
- putkikaivanto on täytettävä niin, etteivät eristeet ja elementit rikkoudu
- tarkepiirustusten putkireittien on oltava asennusten mukaiset

Lämpö- ja vesijohdoissa:

- laitteiden on oltava ohjelman tai hyväksymislistan mukaisia
- on oltava ohjelmanmukaiset eristeet, eristepaksuudet ja päällysteet, sekä eriste tukevasti kiinnitetty

- rakenteet on tiivistettävä oikein, eli rakenteissa ei saa olla kuluttavia hankauskohtia
- perussäätöventtiilien luo on oltava esteetön pääsy ja ne on merkittävä. Tarvittaessa on asennettava tarkastusluukku. Mittausyhteiden on oltava kytkettävissä.
- ilmanvaihto-, lämmitys- ja lämmöntalteenottopatterit on kytkettävä oikein ja niiden tulee olla purettavissa
- putkien, pumppujen ja venttiilien merkintöjen on oltava ohjelman mukaiset
- lämpö- ja painemittarit on voitava lukea seisontakorkeudelta, lämpömittaritaskuissa on oltava öljyä

Ilmanvaihtolaitteissa:

- laitteiden on oltava ohjelman tai hyväksymislistan mukaiset
- on oltava ohjelmanmukaiset eristeet, eristepaksuudet ja päällysteet, sekä eriste tukevasti kiinnitetty
- kanaviston liitosten on oltava tiiviit, eikä niissä saa olla virtausta haittaavia jätöreunoja
- kanaviston tiiveyskokeet on suoritettava ohjelman mukaisesti
- säätöpeltien- ja laitteiden luo on päästävä vaivattomasti, niiden liittyessä rakenteisiin on oltava tarkastusluukut ja ne on merkittävä ohjelman mukaisesti
- mittauspisteiden luo on päästävä ja ne on merkittävä
- kanavistot ja kojeet on merkittävä ohjelman mukaisesti
- suodattimien vaihtoraja on merkittävä paine-eromittarein

(LVI 03-40002, 1991, 3).

Tarkastusmittaus:

-yleistä?

-mitä toteutetaan?

-millä tavalla?

- kuka osallistuu?

Tarkastusmittauksiin kuuluvat:

- lämmityslaitteet
 - kattilalaitoksen palamishyötysuhteen määrittäminen
 - lämmitysverkoston vesivirtausten mittaus
 - lämmitysverkoston perussäädön tarkistus
 - pumppujen toimintapisteen ja hyötysuhteen määrittäminen
 - huonelämpötilojen ja kosteuden mittaus
 - ilmanvaihtolaitteet
 - kanaviston tiiviysmittaus
 - tulo- ja poistoilmakoneiden ilmavirtojen mittaus
 - runko- ja haarakanavien ilmavirtojen mittaus
 - urakoitsijan laatiman huonekohtaisten ilmavirtojen mittauspöytäkirjan luettavuuden tarkistus pistokokein
 - puhaltimien toimintapisteen ja hyötysuhteen määrittäminen
 - lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteiden määrittäminen
 - huoneiden painesuhteiden tarkistus, joka toteutetaan savukokeilla tai paineerojen mittauksella
 - äänimittauksia
- (LVI 03-40002, 1991, 5).

Koekäyttö:

-millä porukalla, miten tehdään, kauanko kestää?

LVI-laitteiden luovutuskatselmus:

-mitä näistä tarkistetaan, millä, miten, millä porukalla?

- kaukolämpölaitteet
 - öljylämmityslaitteistot
 - hormitarkastus, suorittajana nuohooja tai palolaitos
 - paloviranomaisten tarkastukset
- varavoiman öljysäiliöt
- savunpoistolaitteet
- kaasulaitteet
- sprinklerilaitteet

- alkusammutuslaitteet

- vesi- ja viemärilaitteet
- arkistotarkastus
- väestönsuojatarkastus
- hissitarkastus (iv)
- terveystarkastus
- kaasulaitteet

Pöytäkirjat ja/tai valvojan merkinnät:

- painekokeet
 - lämpöjohdot
 - lämmönlähteenotto-putkisto
 - vesijohdot
 - paineviemärit
 - ilmanvaihtokanavat
 - paineputkistot
 - kylmälaitteet
 - erityisputkistot
- lämmitysverkostojen vesimäärät
- lämmönlähteenotto-putkistojen liuosmäärät
- käyttöveden kiertovesimäärät
- ilmavirtojen mittaukset
- äänitasojen mittaukset
- kattilalaitoksen mittaukset
- erikoislaitteiden mittaukset, kuten esimerkiksi uima-allas- ja sprinklerilaitteet
- säätölaitteiden virityspöytäkirja

Koekäytöt pöytäkirjoineen:

- erikoisilmastointilaitteet
- kylmä- ja jäähdytyslaitteet
- kattilalaitos

- paineilmalaitteet
- varavoimalaitteet
- lämmöntalteenottolaitteet

Varaosat ja huoltovälineet:

- pumppujen varasarjat laatikoineen ja merkintöineen
- irtoavaimet pattereille, kertasäätöventtiileille ja vesiposteille
- ilmaruuvien avaimet
- työkalut
- suodattimet pakkauksineen ja konekohtaisine merkintöineen
- kiilahihnat merkittyinä
- varasulakkeet palopelleille ja säätölaittekaapeille
- lämmöntalteenottolaitteiden varaliuokset ja liuoksen testausohjeet

Luovutusasiakirjat LVI:n osalta (LVI 03-40003, 1991, 1-2):

Yleisasiakirjat:

- lupapiirustukset
- työselitykset ja urakkasopimuksen liitteet
- lämmitysverkoston perussäätö- ja mittauspöytäkirjat
- vesi- ja viemärilaitteiden tarkastustodistukset
- säätölaitteiden virityspöytäkirjat
- ilmanvaihdon mittauspöytäkirjat
- liittymissopimukset
- paineastiata tarkastustodistukset

Loppupiirustukset: yleisesti?

- Lämmityslaitteet

- lämmitysverkostot, taso- ja leikkauspiirustukset: linjapiirustukset
- lämmönkehityslaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: kytkentäkaaviot
- lämmöntalteenottolaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: kytkentäkaaviot

- lämmityksen säätölaitteet: säätökaaviot

- Vesi- ja viemärilaitteet

- talousvesiverkosto, taso- ja leikkauspiirustukset: linjapiirustukset
- talousvesilaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: linjapiirustukset
- viemärilaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset
- asemapiirustus, vesi- ja viemärilaitteet
- vesi- ja viemärilaitteiden säätölaitteet

- Ilmastointilaitteet

- ilmastointilaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: linjapiirustukset
- kanavistot, taso- ja leikkauspiirustukset
- väestönsuojelulaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset
- ilmastoinnin säätölaitteet: säätökaaviot

- Jäähdytyslaitteet

- Jäähdytyslaitteet, taso- ja leikkauspiirustukset: kytkentäkaaviot

Kohde- ja menetelmätiedot:

- laiteluettelot
- laitteiden konekortit
- laitteiden paikantamisiirustukset

Käyttöön ja huoltoon liittyvät tiedot:

- Käyttö- ja huoltosuunnitelma

- laitteiden käyttö- ja hoito-ohjeet valmistajalta urakoitsijalle, joka toimittaa käyttäjän käyttöön, itse laitteen yhteydessä tai kiinteistössä helposti saatavilla
- asukkaille tarkoitetut käyttö- ja hoito-ohjeet
- käyttöaikaohjelma
- määräaikaistarkastustoiminta
- konekortit

- huoltosuunnitelma

LVI-laitteiden käytön informaatiojärjestelmä:

Primaarinen käytön informaatiojärjestelmä saadaan kiinteistöön luovutusasiakirjojen yhteydessä. Informaatiojärjestelmän on sisällettävä seuraavat kohdat:

- kartta konehuoneiden ja koneiden sijoituksesta sekä kulkureitistä
- ryhmä- ja ohjauskeskusten sijoitus konekohtaisesti
- lämmitysryhmien vaikutusalueet lämmönjakohuoneeseen
- ilmanvaihtokoneiden vaikutusalueet ja tieto pakkokytkennoista jokaiseen ilmastointikonehuoneeseen sekä ohjauskeskukseen
- tarvittavat kaaviot konehuoneiden seinille
- nimikilvet ja tunnuksot jokaiseen koneeseen
- laitteen yleisen huollon ohjeet laitteen läheisyyteen
- laitteen käyttöaika-suunnitelma
- huoltokohde ja -välkartta
- huoltoajan ja korjausten kirjaamisjärjestelmä
- Lisäksi on oltava arkistomateriaali, suunnittelupiirustukset, konekortit ja laitevalmistajan laitekohtaiset selostukset (LVI 03-40003, 1991, 1-2).

Käytön opastus:

- ensimmäinen käytönopastus on tehty

Toimintakoe:

- toimintakokeissa todetut puutteet on korjattu

(LVI 03-40002, 1991, 6)

Haastattelupohja 3

TOIMINTAKOKEET

- yleistä?
- vaikeaa?
- mikä on vaikeinta tarkastaa?
- mitä yleensä tarkastetaan/on tarkastettu?
- mitä tarkistetaan lämmitys- ja vesipuolelta?
- mitä tarkistetaan ilmanvaihdon puolelta?
- miten mitataan vesivirrat hanoista?

Tarkastuksissa tulisi kiinnittää huomiota mm. instrumentointiin ja merkintöihin, pyörimissuuntiin, hälytyksiin ja varalaitteisiin, ohjauksiin ja pakkokytkeihin sekä säästötoimintoihin (LVI 03-40002, 1991, 4).

Haastattelupohja 4

TOIMINTAKOKEET (RAU)

2. JÄRJESTELMÄKOHTAINEN TARKASTUSLISTA

Hälytykset

- Mihin hälytykset lopulta päätyvät yleensä?

Tarkastetaan:

- koneiden toiminta ja pyörimissuunnat
- säätölaitteiden toiminta
- hälytysten toiminta
- lämpötilat ja mittareiden toiminta
- varolaitteiden toiminta
- ohjausten toiminta
- mittareiden toiminta
- laitteiden merkinnät
- järjestelmien yhteistoiminta
- palopeltien toiminta

Miten voidaan testata?

Muuta yleistä?

Muita yleisiä tarkastuksen kohteita?

Ilmanvaihto:

Sulkupelti

- ohjaus
- säätö
- raitis- ja poistoilmapeltien rinnakkaistoiminta
- merkinnät

Suodatin

- paine-eromittaus
- merkinnät

Lämmöntalteenotto

- vikahälytys
- paine-eromittaus
- ohjaus
- pyörimissuunta
- merkinnät

Lämmityspatteri

- vaarahälytys
- mittaus
- säätö
- merkinnät

Lämmityspatterin pumppu

- vikahälytys
- toimintatila
- pyörimissuunta
- merkinnät

Jäähdytyspatteri

- säätö
- merkinnät

Puhallin

- vikahälytys
- käyntitila
- säätö
- ohjaus
- pyörimissuunta

- tulo- ja poistopuhaltimen rinnakkaistoiminta
- pakkokytkenät
- käynnistyshidastus
- taajuusmuuttaja
- aikaohjelma
- merkinnät

Hätä-seis

- hätähälytys
- käyntitila
- ohjaus
- merkinnät

VAROLAITTEET:

Jäätymissuoja

Palovaaratermostaatti

Virtausvahti

LISÄKSI:

Säätölaitteet

- säätöventtiilit

Huippuimurit

- vikahälytys
- aikaohjelma
- ohjaus
- säätö
- merkinnät

Tuulikaappikojeet

- säätö

- ohjaus
- venttiilit (toimielimet)
- toimilaite (puhallin, patteri)
- mittarit
- merkinnät

Järjestelmien/laitteiden yhteistoiminta

- pakkokytkennot

Palopellit

- Palopellin sulkeutuessa, ilmanvaihtokoneen tulee pysähtyä ja lähettää hälytys palovaarasta
- merkinnät

Sarjasäätö

- varmentaa ettei kone lämmitä ja jäähdytä yhtä aikaa

Lämmönjako:

Kaukolämpö

- säätö
- ohjaus

Pumppu

- indikointi
- merkinnät

Säätölaitteet

- moottoriventtiili
- mitä muita kuin moottori venttiili?
- merkinnät

Mittalaitteet

- lämpötilamittarit
- painemittarit
- mitä muita?

Lämpimän veden kierto:

Pumppu

- indikointi
- merkinnät

Mittalaitteet

- lämpötila
- merkinnät

TOIMINTAKOE

Rejlers Finland Oy
Isolinnankatu 22 A
28100 Pori
+358 207 520 700

Kohde:

Päiväys:

Läsnä:

Yhteyshenkilö:

Puh.

Sähköposti:

1. YLEISTÄ

Testattiin:

- hälytyk
- indikoinnit
- toiminta

Ilmaisee lait-
teen käyttötilan

Ei

☐☐☐

2. JÄRJESTELMÄKOHTAINEN TARKASTUSLISTA

Hälytykset

- Mihin hälytykset lopulta päätyvät? _____

Esim. käyttäjän
puhelin/tabletti

Tarkastetaan:

- koneiden toiminta ja pyörimissuunnat
- säätölaitteiden toiminta
- hälytysten toiminta
- lämpötilat ja mittareiden toiminta
- varolaitteiden toiminta
- ohjausten toiminta
- mittareiden toiminta
- laitteiden merkinnät
- järjestelmien yhteistoiminta
- palopeltien

Tähän koneen
tunniste

Ilmanvaihto:

Sulkupelti

Tähän voi mainita, miten
ohjataan

- ohj
- säätö
- raitis- ja poistoilmapeltien rinnakkaistoiminta
- merkinnät



pysäytetään kone/
irrotetaan sähkö

Tähän sulkupel-
lin tunniste

Toimii

Ei toimi, syy

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Suodatin

- huoltohälytys
- paine-eromittaus

Tähän suodatti-
men tunniste

Toimii

Ei toimi, syy

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



irrotetaan toinen
paineanturin letku

Lämmöntalteenotus

- vikahälytys
- ohjaus
- paine-eromittaus
- pyörimissuunta

Tähän voi mainita,
miten ohjataan



irrotetaan kiekon
hihnna/momenttivahti

Tähän LTO:n
tunniste

Toimii

Ei toimi, syy

☐☐

Lämmityspatteri

- vaara
- mitta
- ohjaus
- säätö
- pakkokytkenät

Tähän voi mainita,
miten ohjataan



pysäytetään pumppu,
mitä tapahtuu?

Tähän lämmitys-
patterin tunnistus

Toimii

Ei toimi, syy

☐☐

Lämmityspatterin pumppu

- vikahälytys
- pyörimissuunta
- toimintatila
- merkinnät

Tähän pumpun
tunniste

Toimii

Ei toimi, syy

☐☐

Jäähdytyspatteri

- vikahälytys
- mittaus
- ohjaus
- säätö
- pakkokytkenä

Tähän voi mainita,
miten ohjataan

Tähän jäähdytys-
patterin tunniste

Toimii

Ei toimi, syy

☐☐

Jäähdytyspatterin pumppu

- vikahälytys
- pyörimissuunta
- toimintatila
- merkinnät
- Tähän pumpun
tunniste

Toimii

Ei toimi, syy

☐☐

Puhallin

- vikahälytys
- ristiriitahälytys
- käyntitila
- säätö
- ohjaus
- pyörimissuunta
- pakkokytkenä
- käynnistyshidastus
- taajuusmuuttaja
- aikaohjelma

Tähän voi mainita,
miten ohjataan



indikointi pois /
taajuusmuuttajasta
johdot irti

Tähän puhaltimen tunniste		Toimii		Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____

Hätä-seis

- hätähälytys
- käyntitila
- ohjaus



häätä-seis-nappi
pohjaan

Tähän hätä-seis tunniste / koneen tunniste		Toimii		Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____

VA
Jäät

Tähän jäätymissuoja tun-
niste / koneen tunniste



suljetaan lämmityspat-
terin sulkuventtiili

		Ei toimi, syy		Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____

Pa

Tähän palovaaralaitten tun-
niste / koneen tunniste



nostetaan lämpötila
raja-arvoon

		Ei toimi, syy		Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____

Vi

Tähän virtausvahdin tunniste /
koneen tunniste



suodatinvahdista/
kanavapaineesta

		Ei toimi, syy		Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____

A

Tähän alijäähtymisvaaran tun-
niste / koneen tunniste



lasketaan tuloilman
lämpötila alle asetus-
arvon

		Ei toimi, syy		Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____

LISÄKSI:

Säätölaitteet

Tähän laitteen tunniste		Toimii		Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____
_____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____

_____ ☐ ☐ _____

Mittarit

- merkinnät

Tähän mittarin tunniste	Toimii	Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____

Huippuimurit

- vikahälytys
- aikaohjennus
- ohjaus

Tähän voi mainita,
miten ohjataan



laite päälle, tarkis-
tetaan indikointi

Tähän huippuimurin tunniste	Toimii	Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____

Tuulikaappikojeet

- hälytys
- ohjaus
- mittarit
- säätö
- toimilaitteet



asetusarvotestaus, nos-
tetaan/lasketaan läm-
pötilat raja-arvoihin

Tähän tuulikaappiko- jeen tunniste	Toimii	Ei toimi, syy
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____

Yhteistoiminta

- pakkokytkenät
- sarjasäädöt

Tähän koneen tunniste

Ei toimi, syy

☐☐

Palopellit

- hälytys
- indikointi

Toimii

Ei toimi

PP

Tähän palopellin tunniste

☐

PP

☐☐

palopellit ohjelmasta
kiinni

PP

☐☐

PP

☐☐

PP

☐☐

Vesi:

Lämmönjako

- säätö
- ohjaus

Toimii

Ei toimi, syy

☐☐

Pumppu patteriverkosto / lämpimän veden kierto

- vikahälytys
- pyörimissuunta
- toimintatila
- merkinnät
- säätö



pysäytetään pumppu

Tähän pumpun tunniste

Toimii

Ei toimi, syy

☐☐☐☐

Säätölaitteet

- moottoriventtiili
- säätöventtiili
- merkinnot

Tähän laitteen tunniste



muutetaan esim.
lämpötila-arvoja,
toimiiko halutusti

Toimii

☐

☐

☐

☐

☐

Ei toimi, syy

[illegible]

Mittalaitteet

- lämpötilamittarit
- painemittarit
- merkinnät

Tähän laitteen tunniste



irrotetaan esim.
painemittarin letku

Toimii

☐

☐

Ei toimi, syy

[illegible]

Merkitään toimintakokeiden tulokset taulukkoon

Lämpötilamittari/anturi		
Paine-eromittari/anturi		
Painemittari/anturi		
Virtausmittari/anturi		

Tähän mittarin/anturin tunnus, esim. TI30

Tähän mittarin lukema, esim. +12 °C

Taulukko 1. Toimintakokeiden mittaustulokset